



COPY OF PAPERS  
ORIGINALLY FILED

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

IN THE APPLICATION OF )

Jochen et al. )

) Group Art Unit No. 1772

SERIAL NO: 09/937,635 )

FILED: January 23, 2002 )

FOR: FOLDED HONEYCOMB STRUCTURE )  
CONSISTING OF CORRUGATED PAPER )  
BOARD AND METHOD AND DEVICE )  
FOR PRODUCING THE SAME )

) Docket No. 522-1760

I hereby certify that this correspondence is being deposited with the United States Postal Service as first class mail in an envelope addressed to "Commissioner of Patents, Washington, D.C. 20231", on April 26, 2002.

Name of person signing: Kathy Kurek  
Signature \_\_\_\_\_

*Kathy Kurek*

CLAIM FOR PRIORITY

Honorable Commissioner of  
Patents and Trademarks  
Washington, D.C. 20231

RECEIVED  
MAY 9 2002  
TC 1700

Dear Sir:

Under the International Convention, for the purposes of priority, applicant claims the benefit of German Application No. 199 13 830.3, filed March 26, 1999.

A certified copy of said application is appended hereto.

DATE: April 26, 2002

Respectfully submitted,

*William M. Lee, Jr.*

William M. Lee, Jr.  
Registration No. 26,935  
LEE, MANN, SMITH et al.  
P.O. Box 2786  
Chicago, Illinois 60690-2786  
(312) 368-1300  
Fax (312) 368-0034

# BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND



## Prioritätsbescheinigung über die Einreichung einer Patentanmeldung

**Aktenzeichen:**

199 13 830.3

**Anmeldetag:**

26. März 1999

**Anmelder/Inhaber:**

Dipl.-Ing. Jochen Pflug, Wiesbaden/DE;  
K. U. Leuven, Leuven/BE

**Bezeichnung:**

Faltwabe aus Wellpappe, Verfahren und Vorrichtung  
zu deren Herstellung

**IPC:**

B 32 B und B 31 D

RECEIVED  
MAY 9 2002  
TC 1700

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 13. Februar 2002  
Deutsches Patent- und Markenamt  
Der Präsident  
Im Auftrag

  
Brand



## Faltwabe aus Wellpappe, Verfahren und Vorrichtung zu deren Herstellung

### Zusammenfassung

Faltwabe sowie ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Herstellung dieser Faltwabe aus einer Wellkernbahn. Die Faltwabe besitzt eine Vielzahl von nebeneinander und in einer Ebene liegenden Wellkernstreifen die miteinander durch 180° gefaltete und senkrecht zur Ebene stehende Decklagenstreifen verbunden sind. Bei dem Verfahren zur Herstellung werden zunächst durch das Einbringen einer Vielzahl von Längseinschnitten in eine Wellkernbahn zusammenhängende Wellkernstreifen hergestellt, die dann abwechselnd um jeweils 90° verdreht werden, so daß sich die Decklagenstreifen falten und die Faltwabe bildet wird.

Die Vorrichtung für dieses Verfahren besteht aus einer Vielzahl von rotierenden Messern zum Einbringen der Längseinschnitte und einer Vielzahl von Führungselementen zum Verdrehen der zusammenhängenden Wellkernstreifen.

(Fig. 12)

### Faltwabe aus Wellpappe. Verfahren und Vorrichtung zu deren Herstellung

Die Erfindung bezieht sich auf Wabenkernschichten wie sie in Sandwichmaterialien für Verpackungs- und Strukturanwendungen eingesetzt werden, sowie auf Verfahren und Vorrichtungen zur Herstellung dieser Wabenkernschichten.

In der Luft- und Raumfahrt werden als Kernwerkstoff für beul- und biegestreife Sandwichschalen und -platten seit vielen Jahrzehnten bevorzugt Wabenkerne verwendet. Diese, meist hexagonalen oder überexpandierten Wabenkerne bestehen vorwiegend aus Aluminium oder phenolharzgetränktem Aramidfaserpapier und werden gewöhnlich im Expansionsprozeß hergestellt. Eine Sandwichstruktur mit zwei, üblicherweise aufgeklebten Deckschichten bietet extrem hohe Steifigkeits- und Festigkeits-Gewichtsverhältnisse. Das Interesse anderer großer Industriezweige an leichten Sandwichkernwerkstoffen mit guten gewichtsspezifischen Materialkennwerten wächst beständig, so daß inzwischen mehr als die Hälfte der Wabenkernmaterialien in anderen Bereichen eingesetzt wird.

Die Anwendung von Waben für Verpackungen, im Automobilbau und vergleichbaren Märkten erfordert eine schnelle kontinuierliche Herstellung der Wabenkernschicht, damit ein zur Wellpappe und anderen preiswerten Werkstoffen konkurrenzfähiges Produkt hergestellt werden kann.

Im Vergleich zum Sandwich mit Wellkern (z.B. Wellpappe) hat ein Sandwich mit Wabenkern bessere Druckfestigkeiten in der Materialebene, insbesondere in der Maschinenrichtung. Dadurch sind deutliche Gewichts- und Materialeinsparungen möglich. Auch senkrecht zur Materialebene sind, aufgrund der senkrechten sich gegenseitig abstützenden Zellwände, die Druckkennwerte erheblich besser. Zudem hat ein Sandwich mit Wabenkern, aufgrund der optimalen Unterstützung der Deckschichten, richtungsunabhängigere Festigkeiten und eine bessere Oberflächenqualität was insbesondere für das Bedrucken von Verpackungsmaterialien von Bedeutung ist. Aufgrund dieser Vorteile und der steigenden Nachfrage nach preisgünstigen Sandwichkernen gab es in der Vergangenheit vielfältige Bemühungen zur Verringerung der hohen Herstellungskosten für Wabenkerne.

Es sind viele Verfahren bekannt bei denen einzelne Materialstreifen oder eine zusammenhängende Materialbahn an abwechselnden Stellen verklebt und dann expandiert wird (US 4.500.380 Bova, DE 196.09.309 Hering, US 4.992.132 Schmidlin, US 5.334.276 Meier). Solche Verfahren werden bereits zur teilweise automatisierten Herstellung von Papierwaben mit Zellweiten über etwa 10 mm für Innenverpackungen, Kanten- und Eckelemente, sowie für Paletten eingesetzt. Die erforderlichen Kräfte und die Materialspannungen beim Expandieren stellen hohe Anforderungen an den Klebstoff und die Verklebung der Zellwände. Durch ein Vorprägen der Faltlinien können diese Kräfte zwar reduziert werden, dennoch leidet die Regelmäßigkeit der Wabengeometrie, insbesondere bei Papierwaben mit kleinen Zellweiten, unter dem Expansionsprozeß. Die inneren Spannungen und die erforderlichen Expansionskräfte erhöhen sich stark bei geringeren Zellweiten.

Daher sind diese Verfahren für kleinere Zellweiten zunehmend problematisch und schwieriger zu automatisieren. Zudem ist die Produktionsgeschwindigkeit durch das erforderliche Querschnitten der Bahn begrenzt.

Ebenso sind viel Verfahren bekannt bei denen einzelne, gewellte oder trapezförmige Materialbahnen oder Streifen versetzt verklebt werden (US 3.887.418 Jurisch, US 5.217.556 Fell, US 5.399.221 Casella, US 5.324.465 Duffy). Die technische Umsetzung zu einem kontinuierlichen Prozeß mit einer hohen Produktionsgeschwindigkeit gestaltet sich bei diesen Verfahren, aufgrund der notwendigen Positionierung und Handhabung der einzelnen Materialbahnen schwierig.

Es sind weiter Verfahren bekannt bei denen Wellpappen zu Wabenkernen verarbeitet werden. Bei einem Verfahren werden Wellpappen in den Zellwände von Wabenkernen verwendet (US 4.948.445 Hess). Dabei werden einzelne Wellpappenbögen, mit in Produktionsrichtung verlaufenden Wellen zugeführt und kurze, durch die gesamte Wellpappendicke gehende Querschnitte eingebracht. Daher entstehen nach dem Auffalten in Produktionsrichtung und dem Expandieren Wabenkerne mit relativ großen Zellweiten und relativ dicken Zellwänden. Prinzipiell gleicht das Verfahren den Expansionsverfahren mit einer zusammenhängenden Materialbahn.

Des weiteren sind Waben und Verfahren bekannt bei denen eine Wellpappenbahn (US 3.912.573 Kunz) oder eine einzelne gewellte Bahn (WO 91/00803 Kunz) mit den Wellen quer zur Produktionsrichtung in Streifen geschnitten wird. Nach dem Zerschneiden der Bahn wird dann durch das Aneinanderkleben der einzelnen Streifen eine Wabenkernschicht erstellt. Dieses Verfahren erfordert eine gewisse Größe der einzelnen Streifen oder besondere Positionierungsbänder, damit deren Handhabung gewährleistet bleibt. Durch die Größe der Streifen reduziert sich die Bahnbreite nach den Drehen der Streifen stark. Um keine zu kleine Breite der Wabenkernschicht zu erhalten werden die Streifen in einem weiteren Produktionsschritt abgeschnitten und zu einem Wabenblock verklebt, der dann quer zur Produktionsrichtung deutlich langsamer weiter gefördert wird. Für kleine Wabenhöhen muß dieser Wabenblock gegebenenfalls zerschnitten werden. Die durch ein solches Verfahren hergestellten Waben besitzen zwischen einzelnen gewellten oder trapezförmig geformten Zellwandstreifen auch einzelne gerade Streifen. Solche Waben sind auch bereits aus der manuellen Herstellung über einen Block bekannt (WO 95/10412 Darfler). Dort werden einzelne ebene Lagen zwischen die einzelnen gewellten Lagen gelegt und mit ihnen verklebt.

Es sind auch Waben und Verfahren zu deren Herstellung bekannt bei denen eine zusammenhängende Materialbahn nach dem Einbringen von Schnitten zunächst gewellt oder trapezförmig verformt wird, bevor die zusammenhängenden Zellwände gegeneinander gefaltet und verklebt werden (WO 97/03816 Pflug). Um eine Materialeinsparung bei Verpackungsanwendungen insbesondere im Vergleich zur Wellpappe, zu erzielen ist ein sehr leichtes Papier (40-80 g/m<sup>2</sup>) zu bevorzugen. Beim Wellen dieser geringen Grammaturen ist es vorteilhaft die Welle direkt nach der Formung durch das Aufkleben einer Bahn zu stabilisieren. Insbesondere bei der Wellung quer zur Produktionsrichtung, wie sie in der Wellpappenherstellung mit Geschwindigkeiten bis zu 350 m/min üblich ist, muß direkt eine Decklage (ein Liner) aufgeklebt werden. Die gewellte Bahn alleine kann die zur schnellen Förderung der Materialbahn notwendige Zugspannung nicht aufnehmen.

Es sind weiter Verfahren und Vorrichtungen bekannt um Einschnitte in Wellpappen einzubringen (US 5.690.601 Cummings). Diese Einschnitte werden entlang der Wellen einzelner Wellpappenbögen (in Querrichtung zur eigentlichen Produktionsrichtung der Wellpappe) vorgenommen um ein definiertes Falten zu ermöglichen. Das Falten erfolgt bei diesem Verfahren zum Schnitt hin, so daß dieser sich schließt.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Wabenkernschicht, ein Verfahren und eine Vorrichtung anzugeben, welche die kontinuierliche Herstellung von Waben mit relativ kleinen Zellweiten, mit einer der Wellpappenherstellung vergleichbaren Produktionsgeschwindigkeit ermöglicht. Des weiteren ist eine gute Oberflächenqualität sowie eine zuverlässige und schnelle Anbindung der Deckschichten erwünscht.

Die gestellte Aufgabe wird aufgrund der Maßnahmen der Ansprüche 1 und 12 gelöst und durch weitere Merkmale der Unteransprüche weiterentwickelt.

Bei der Erfindung wird eine wellenförmige oder trapezförmige Materialbahn mit mindestens einer, aber vorzugsweise mit zwei Deckschichten zugeführt. Dies kann Wellpappe, aber auch eine Kunststoff-, Faserverbund- oder Metallwellkernplatte sein. Auch eine Bahn mit mehreren Wellkernen z.B. eine zweiwellige Wellpappe (BC-Flute, AB-Flute, AC-Flute) kann verwendet werden. Vorzugsweise bestehen die Deckschichten aus sehr dünnem Material und die gewellte Kernschicht aus etwas dickerem Material. An die Qualität der Deckschichten, sowie an die Dickentoleranz und Oberflächenqualität der Wellkernbahn werden dabei sehr geringe Ansprüche gestellt, da diese Faktoren auf die Qualität des Endproduktes wenig Einfluß haben.

Die Dicke der Wellpappenbahn bestimmt die Weite der Wabenzellen. Zur Stützung der Deckschichten sind Zellweiten von 4.5 mm (A-Flute), oder bei sehr geringen Flächengewichten 3.5 mm (C-Flute) ausreichend, da die flachen Wellkern-deckschichtstreifen eine zusätzliche Auflage bieten und die Gefahr des Beulens der Deckschichten in die Zellen (Dimpling) vermindern. Es können aber auch Wabenkerne mit kleinerem bzw. größeren Zellweiten aus Wellkernbahnen mit geringeren bzw. größeren Höhen der Welle hergestellt werden.

Die mehrlagige Bahn wird zunächst in Förderrichtung auf der Unterseite und der Oberseite mit einer Vielzahl von durchlaufenden Längseinschnitten versehen. Die Schnitte durchschneiden die Bahn in Dickenrichtung nicht ganz, sondern lassen jeweils eine Deckschicht (oder die Deckschicht und die Wellenberge) zusammenhängend. Die Schnitte auf der Oberseite liegen dabei möglichst genau zwischen den Schnitten der Unterseite. Die bei Wellpappen üblichen Unebenheiten der Deckschichten und die unterschiedlichen Schneidkräfte zwischen den Wellbergen können dazu führen, daß die Deckschicht an einzelnen Stellen teilweise oder ganz durchschnitten wird. Dies ist durchaus erwünscht solange die Wellkernstreifen in Querrichtung noch zusammenhängend bleiben. Die erforderliche Faltkraft kann durch dieses leichte Anschneiden der Deckschichten oder ein zusätzliches Vorprägen der Fallinie verringert werden.

Die zusammenhängenden Wellkernstreifen werden dann jeweils um  $90^\circ$  so gedreht, daß sich die Schnitte öffnen und sich die zusammenhängenden Decklagen benachbarter Streifen um  $180^\circ$  falten. Da die Streifen zusammenhängen ist keine Ausrichtung in Dicken- oder Längsrichtung notwendig. Die Streifen legen sich mit den zusammenhängenden Decklagen flächig aneinander und bilden die Faltwabe. Sie können verklebt, anderweitig verbunden oder erst bei Aufkleben der neuen Deckschichten durch diese verbunden werden. Bei der Verwendung einer Wellkernbahn mit zwei Decklagen sind die Wellkernstreifen wesentlich stabiler als nur mit einer Decklage und können mit einigem Druck verklebt werden. Eventuelle Verformungen des Wellkerns, die bei der Wellpappenherstellung die Oberflächenqualität oft beeinträchtigen, erfolgen hier in Breitenrichtung und haben auf die Oberflächenqualität und Dickentoleranz der Faltwabe keinen Einfluß.

Die flachen, in der Wabe senkrecht stehenden Wellkerndeckschichtstreifen können die Zugspannungen in der Produktionsrichtung aufnehmen und ermöglichen einen schnellen Transport der Materialbahn. Sie erhöhen später die Schub- und Druckkennwerte der Wabe, so daß alles Material der Wellpappe im daraus gefalteten Wabenkern genutzt wird.

Zur Herstellung eines Wabenplattenmaterials können neue Deckschichten direkt nach der Wabenherstellung kontinuierlich auf die Wabenkernschicht aufgeklebt werden. Dabei ist die hohe Druckfestigkeit der Wabe sehr nützlich. Eine gute Anbindung der Deckschichten an die Wabe kann durch ein leichtes zerfasern der Kanten beim Einbringen der Längsschnitte erreicht werden. Neben den Kanten der Wellkernlage stehen die kleinen Seitenflächen der gefalteten Wellkerndeckschichtstreifen zusätzlich zur Anbindung der Deckschichten zur Verfügung.

Ein Ausführungsbeispiel für die Wabenkernschicht, das Verfahren und die Vorrichtung wird anhand der Zeichnungen beschrieben. Dabei zeigt :

- Fig. 1 die Wellkernbahn und die Position der Längseinschnitte in der Draufsicht und der Seitenansicht,
- Fig. 2 die Position der Längseinschnitte in der Wellkernbahn in der Frontansicht,
- Fig. 3 die leicht gefalteten zusammenhängenden Wellkernstreifen,
- Fig. 4 die  $30^\circ$  gefalteten zusammenhängenden Wellkernstreifen,
- Fig. 5 die  $60^\circ$  gefalteten zusammenhängenden Wellkernstreifen,
- Fig. 6 die nahezu ganz gefalteten zusammenhängenden Wellkernstreifen,
- Fig. 7 eine perspektivische Darstellung der leicht gefalteten Wellkernbahn,
- Fig. 8 eine perspektivische Darstellung der  $30^\circ$  gefalteten Wellkernbahn,
- Fig. 9 eine perspektivische Darstellung der  $60^\circ$  gefalteten Wellkernbahn,
- Fig. 10 eine perspektivische Darstellung der nahezu ganz gefalteten Faltwabe aus Wellpappe,
- Fig. 11 das Verfahren zur Herstellung der Faltwabe aus Wellpappe in der Draufsicht,
- Fig. 12 eine perspektivische Darstellung des Verfahrens zur Herstellung der Faltwabe aus Wellpappe,

- Fig. 13 die Führung der Materialbahn aus der Bahnebene in der Seitenansicht,
- Fig. 14 die noch ebene Wellkernbahn in der Frontansicht,
- Fig. 15 die Verformung aus der Bahnebene bei 5° gefalteter Wellkernbahn,
- Fig. 16 die Verformung aus der Bahnebene bei 45° gefalteter Wellkernbahn,
- Fig. 17 die Verformung aus der Bahnebene bei dreistufiger Verdrehung jedes dritten Wellkernstreifens,
- Fig. 18 die Vorrichtung zum Einbringen der Längseinschnitte zur Herstellung der Faltwabe in der Frontansicht,
- Fig. 19 die Vorrichtung zum variablen Einbringen der Längseinschnitte in der Frontansicht,
- Fig. 20 die Vorrichtung zum Drehen und Zusammenfalten der zusammenhängenden Wellkernstreifen zur Herstellung der Faltwabe aus Wellpappe im Schnitt.
- Fig. 21 die Vorrichtung zum variablen Drehen und Zusammenfalten der zusammenhängenden Wellkernstreifen im Schnitt.

Fig. 1 zeigt die zugeführte Wellkernbahn mit den Wellen quer zur Produktionsrichtung und die Position der Längseinschnitte in der Draufsicht und der Seitenansicht. Die Wellkernstreifen 1 sind jeweils durch zwei Einschnitte 2 und 3 begrenzt. Die Wellkernbahn ist durch diese Schnitte, welche die Materialbahn in Dickenrichtung nicht ganz durchschneiden, abwechselnd von oben und unten eingeschnitten. Das verbleibende Material (eine Deckschicht oder/und die Wellenberge des Wellkerns) wird später an dieser Stelle um die Faltlinien 4 und 5 gefaltet. Fig. 2 zeigt die Position der Längseinschnitte und der Faltlinien in der Frontansicht. In Fig. 3 bis Fig. 6 ist die Faltung der zusammenhängenden Wellkernstreifen schrittweise in der Frontansicht dargestellt. Ein Klebstoff 6, für Verpackungsanwendungen vorzugsweise Stärkeklebstoff, kann vor dem Falten auf die Wellkerndeckschichtstreifen aufgebracht werden. Der Klebstoff ist vorzugsweise dort aufzubringen wo die Wellkerndeckschichtstreifen nicht ohnehin schon durch die Faltlinien 4 und 5 miteinander verbunden sind. Fig. 7 bis Fig. 10 zeigt die gleichen Zwischenschritte der Herstellung in perspektivischer Darstellung.

Fig. 11 zeigt das Verfahren zur Herstellung der Faltwabe aus Wellpappe in der Draufsicht. In Fig. 12 sind die Positionen der einzelnen Verfahrensschritte eingezeichnet. Zunächst werden bei Position 10 die Längseinschnitte in die Materialbahn eingebracht. Danach erfolgt von 11 bis 13 die Verdrehung der Materialstreifen. Dabei kann optional ein Klebstoff auch erst jetzt eingebracht werden (etwa bei 12). Bei 14 können dann Deckschichten auf die Faltwabe aufgebracht werden.

Im kontinuierlichen Prozeß ergeben sich Torsionsspannungen durch die Verdrehung der zusammenhängenden Wellkernstreifen. Diese Spannungen sind aufgrund der geringen Torsionssteifigkeit der dünnen, schmalen Streifen relativ gering. Die Länge dieses Prozeßschrittes kann daher relativ kurz sein ( $< 0.5\text{ m}$ ), wenn keine Änderung der Bahnbreite erfolgt. Zwangsläufig entspricht das Verhältnis zwischen der Dicke der Wellkernbahn und der Dicke der Wabenkernschicht dem Verhältnis der Breite beider Materialbahnen ( $b_{\text{Wabe}} = b_{\text{Welle}} \cdot t_{\text{Wabe}} / t_{\text{Welle}}$ ).



Vorzugsweise ist die Wellkerndicke ( $t_{Welle}$ ) gleich der Wabenkerndicke ( $t_{Wabe}$ ) zu wählen, damit sich ein konstante Anlagenbreite ergibt ( $b_{Wabe} = b_{Welle}$ ). Allerdings wird ohnehin während dem Drehen der Materialstreifen eine maximal Breite der Bahn mit  $b_{max} = b_{Welle} \cdot \sqrt{(t_{Welle}^2 + t_{Wabe}^2)} / t_{Wabe}$  erreicht. Bei gleicher Materialdicke  $t_{Welle} = t_{Wabe}$  würde die Breitenänderung  $b_{max} = 1.41 \cdot b_{Welle}$  betragen. Diese Änderung der Bahnbreite kann durch eine kurzzeitige Führung der Materialstreifen aus der Bahnebene heraus verhindert werden.

Fig. 13 zeigt die Führung der Materialbahn aus der Bahnebene heraus in der Seitenansicht. Die zusammenhängenden Wellkernstreifen können während der 90°-Torsion leicht gebogen werden. Eine Biegung der tordierten Wellkernstreifen erfordert jedoch eine größere Länge des Torsionsbereiches. Daher ist es sinnvoll die Bahn über der Breite leicht zu wellen um so die Verformungen aus der Bahnebene heraus zu begrenzen. Fig. 14 bis 16 zeigen die einzelnen Schritte bei einer möglichen Verformung der zusammenhängenden Wellkernstreifen aus der Bahnebene heraus zur Vermeidung der Bahnbreitenänderung.

Des weiteren kann die Breitenänderung stark reduziert werden wenn die Wellkernstreifen nacheinander verdreht werden. Dabei ist es besonders vorteilhaft zunächst jeden dritten Wellkernstreifen zu verdrehen. In drei Stufen können so alle Wellkernstreifen verdreht werden, ohne daß sich eine merkliche Breitenänderung ergibt. Fig. 17 zeigt die dreistufige Verdrehung jedes dritten Wellkernstreifens und die resultierenden geringen Verformungen aus der Bahnebene heraus in einzelnen Frontansichten. Einzelne oder mehrere Wellkernstreifen können auch in anderer Reihenfolge nacheinander verdreht werden um die Breitenänderung zu begrenzen.

Dennoch ist eine Reduktion der Bahnbreite bei der Herstellung von Wabenkernschichten mit einer größeren Dicke ( $t_{Wabe} > t_{Welle}$ ) und eine Vergrößerung der Bahnbreite bei der Herstellung kleinerer Dicken ( $t_{Wabe} < t_{Welle}$ ) bis zu einem gewissen Grade aus Gründen der Flexibilität der Anlage eventuell vorteilhaft.

Fig. 18 zeigt eine Vorrichtung zum Einbringen der Längseinschnitte. Diese Vorrichtung kann aus einfachen Längsschneidmessern 20 bestehen, die auf einer oberen 21 und einer unteren Achse 22 oder auf einer Vielzahl von separaten Achsen rotieren. Der Abstand zwischen den oberen und unteren Schneidmessern zueinander und untereinander sollte genau einstellbar sein um ein hohe Schnittgenauigkeit und damit eine sehr konstante Wabenkerndicke zu erreichen. Ferner sollte die Materialbahn (z.B. durch Walzen) exakt geführt werden damit eine exakte Tiefe der Einschnitte erzielt wird. Das schnelle exakte Schneiden von Wellkernen in der Produktionsrichtung wird bereits bei der Wellpappenherstellung durchgeführt. Neben der bevorzugten Verwendung von rotierenden Messern auch das Schneiden mit stillstehenden Messern denkbar. Die zusammenhängenden Wellkernstreifen bilden eine relativ stabile Bahn, daher kann die Wellkernbahn nach dem Einbringen der Einschnitte hinter den Längsschneidmessern mit Walzen oder Bändern gefördert werden.

Fig. 19 zeigt eine variable Vorrichtung 24 zum Einbringen der Längseinschnitte. Durch eine gleichmäßige Verstellung der Abstände zwischen den einzelnen Schneidmesser 20 in Breitenrichtung kann eine Wabenkernschichten mit unterschiedlicher Dicke hergestellt werden.

Fig. 20 zeigt eine Vorrichtungen zum Drehen und Zusammenfalten der zusammenhängenden Wellkernstreifen. Die Vorrichtung kann aus einfachen feststehenden Führungen 23, aus rotierenden Walzen oder aus Transportbändern bestehen. Die Geometrie dieser Führungen bestimmt wie die zusammenhängenden Wellkernstreifen beim Transport verdreht und zusammengefoldet werden. Dabei ist entweder ein sequentielles Drehen, bei dem es zu einem sehr geringen stufenförmigem Wellen über der Breite kommt oder ein gleichzeitiges Drehen mit einer größeren Wellung über der Breite möglich.

Fig. 21 zeigt eine variable Vorrichtungen zum gleichzeitigen Drehen und Zusammenfalten der zusammenhängenden Wellkernstreifen mit einer Wellung über der Breite. Fig. 17 zeigt wie die Führungen der einzelnen Materialstreifen beim Drehen jedes dritten Wellkernstreifens in drei Stufen führen müssen. Bei dieser Variante ist vorteilhaft, daß es genügt die jeweils nicht drehenden zwei Wellkernstreifen nach oben bzw. unten zu führen, um den jeweils dazwischen liegenden Wellkernstreifen um 90° zu drehen.

Diese Faltwabe aus Wellpappe, das beschriebene Verfahren und die Vorrichtungen ermöglichen die Herstellung eines der Wellpappe in allen Materialkennwerten deutlich überlegenen Wabenmaterials. Die Wabenkernschichtdicke sollte vorzugsweise über 4 mm betragen, da die Materialeinsparungen im Vergleich zur Wellpappe mit zwei übereinander liegenden Wellkernen besonders groß sind. Doch auch bei geringeren Höhen bietet die Wabe deutlich bessere Materialeigenschaften. Das Material kann aus den gleichen, wenn auch leichteren Papieren (Kraftliner oder Testliner) und dem üblichen Stärkeklebstoff auf Anlagen hergestellt werden, die in wesentlichen Komponenten den weit entwickelten Wellpappenanlagen gleichen. Die beiden zusätzlichen Prozeßschritte (Einbringen der Längseinschnitte und Fálten der zusammenhängenden Wellpappenstreifen) können durch die beschriebenen einfachen Vorrichtungen durchgeführt werden und reduzieren die Produktionsgeschwindigkeit nicht.

Mit den beschriebenen verstellbaren Längsschneid- und Führungsvorrichtungen und dem in der Wellpappenindustrie üblichen Austauschen der Walzen zur Herstellung der Wellung kann eine Anlage für einwellige Wellpappe, sehr flexibel Faltwaben mit unterschiedlichen Dicken herstellen. Die Anlagen- und Produktionskosten sind vermutlich geringer als bei der Herstellung von zwei- oder mehrlagigen Wellpappen. Zudem kann die Produktionsgeschwindigkeit dieser auf einer einwelligen Wellpappenanlage basierenden Wabenpappenanlage vermutlich größer sein als die heute üblichen 200 m/min bei zweiwelligen Wellpappenanlagen.

Beim Herstellen von Faltwaben aus Wellpappe kann das Aufleimen der Decklagen in der gleichen Produktionsanlage, direkt nach der Kernschichtfertigung erfolgen und zur Weiterverarbeitung der Wabenpappe können die in der wellpappenverarbeitenden Industrie üblichen Schneid-, Stanz- und Druckmaschinen verwendet werden.

Die Wabenpappe verfügt im Vergleich zur Wellpappe über deutlich bessere Druckfestigkeiten in der Materialebene (Edge-Crush-Test, Box-Compression-Test), insbesondere in der Produktionsrichtung (Maschinenrichtung). Zudem bietet sie senkrecht zur Materialebene (Flat-Crush-Test) erheblich bessere Druckkennwerte

und eine größere Stoßenergieaufnahme. Die möglichen Gewichts- und Materialeinsparungen, die richtungsunabhängigeren Festigkeiten und die bessere Oberflächenqualität, sowie der geringe Aufwand für die zusätzlichen Produktionsschritte lassen erwarten, daß die Faltwabenpappe aus Wellpappe konkurrenzfähig zur Wellpappe ist.

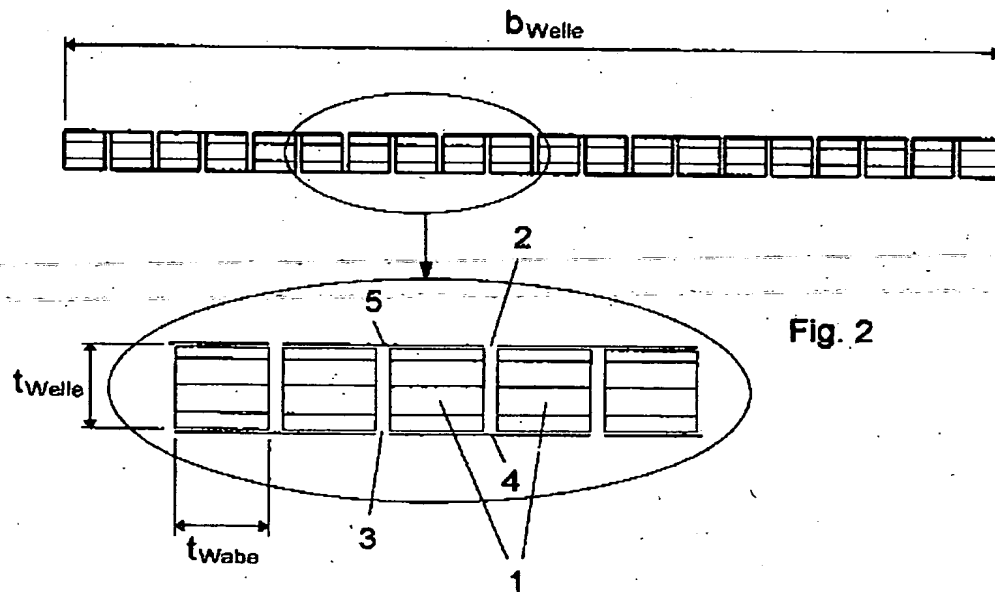
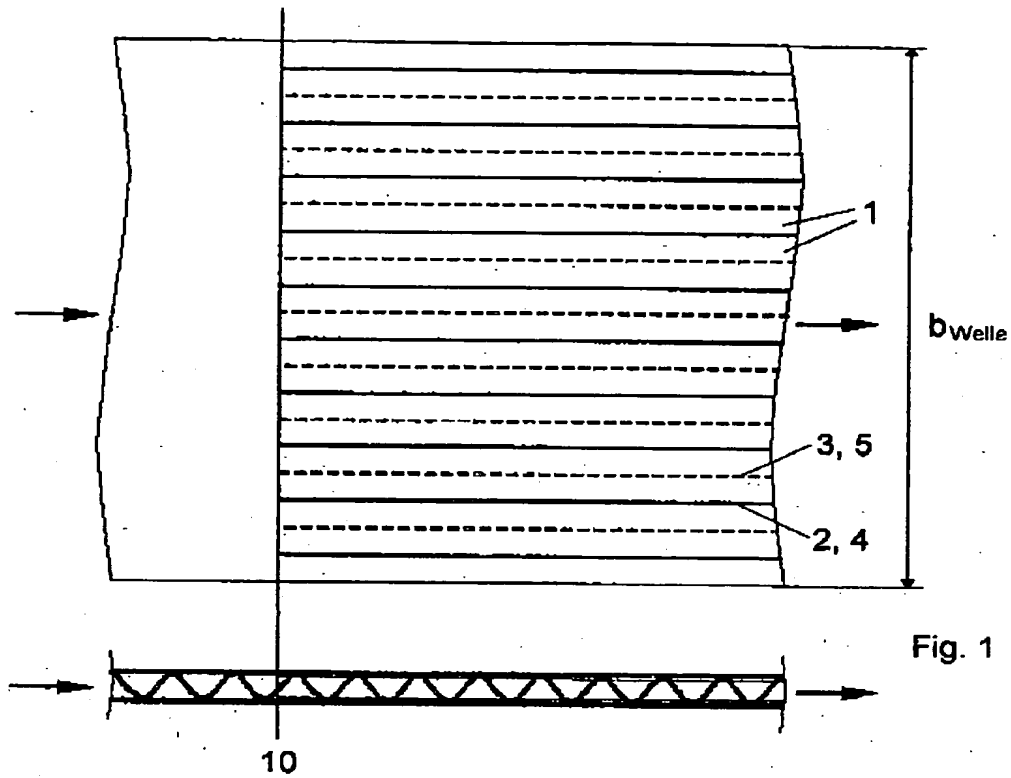
Zudem kann die Faltwabe ohne ein Auflaminieren von Deckschichten vielfältig zu Sandwichbauteilen weiterverarbeitet werden. Die Wabenzellen können zur besseren akustischen und thermischen Isolation zusätzlich mit einem Schaum oder ähnlichem Material gefüllt werden. Des weiteren können die Wabenzellwände durch ein Tauchbad oder durch Besprühen imprägniert oder beschichtet werden.

Die guten Materialeigenschaften und die geringen Produktionskosten lassen erwarten, daß dieses Material neben den Verpackungsanwendungen auch in anderen Bereichen (z.B. Innenverkleidungsteile für Fahrzeuge, Bodenbeläge, Möbel, Wandverkleidungen, usw.) Anwendungen findet.

Patentansprüche

1. Faltwabe, mit einer Vielzahl von nebeneinander und in einer Ebene liegenden Wellkernstreifen, die jeweils aus einem wellenförmigen oder einem trapezförmigen Kern mit mindestens einer Decklage bestehen, wobei die Decklagen der Wellkernstreifen parallel zueinander und quer zur Ebene angeordnet sind, und wobei die Wellkernstreifen miteinander verbunden sind, dadurch gekennzeichnet, daß bei mindestens jedem zweiten Wellkernstreifen die Decklage des einen Wellkernstreifens mit der Decklage eines der benachbarten Wellkernstreifen einstückig gebildet und mit dieser über eine Falte von  $180^\circ$  verbunden ist.
2. Faltwabe nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Oberfläche des wellförmigen oder trapezförmigen Kerns mindestens jedes zweiten Wellkernstreifens mit der Oberfläche des wellförmigen oder trapezförmigen Kerns mindestens eines benachbarten Wellkernstreifens verbunden ist.
3. Faltwabe nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß jeder Wellkernstreifen aus zwei Decklagen und einem dazwischen angeordneten wellförmigen oder trapezförmigen Kern besteht und die eine Decklage jedes Wellkernstreifens mit einer Decklage eines benachbarten Wellkernstreifens einstückig gebildet und mit dieser über eine Falte von  $180^\circ$  verbunden ist, und die andere Decklage mit einer Decklage eines anderen benachbarten Wellkernstreifens einstückig gebildet und mit dieser über eine Falte von  $180^\circ$  verbunden ist.
4. Faltwabe nach einem der vorhergehenden Ansprüche, weiterhin gekennzeichnet durch, mindestens eine auf einer Seite der Vielzahl von nebeneinander liegenden Wellkernstreifen angeordnete Deckschicht.
5. Verfahren zur Herstellung einer Faltwabe mit den folgenden Schritten :
  - a) Bereitstellen einer aus einem wellenförmigen oder einem trapezförmigen Kern mit mindestens einer Decklage bestehenden Wellkernbahn;
  - b) Schneiden der Wellkernbahn zum Herstellen von zusammenhängenden Wellkernstreifen; und
  - c) Drehen der zusammenhängenden Wellkernstreifen gegeneinander um etwa  $90^\circ$ , wodurch die Decklagen an den Verbindungslinien um etwa  $180^\circ$  gefaltet werden.

6. Verfahren nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß die sich berührenden Flächen, entweder mit Klebstoff der zuvor aufgebracht wird oder anderweitig, fest miteinander verbunden werden.
7. Verfahren nach Anspruch 5 oder 6, dadurch gekennzeichnet, daß mindestens eine Deckschicht auf die Faltwabe auflaminiert wird.
8. Anlage zum Herstellen einer Faltwabe aus einer, aus einem wellenförmigen oder einem trapezförmigen Kern mit mindestens einer Decklage bestehenden Wellkernbahn umfassend:
  - a) eine erste Vorrichtung zum Schneiden der Wellkernbahn in zusammenhängende Wellkernstreifen; und
  - b) eine zweite Vorrichtung zum Drehen der zusammenhängenden Wellkernstreifen gegeneinander um etwa 90°, wodurch die Decklagen an den Verbindungslinien um etwa 180° gefaltet werden.
9. Vorrichtung nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß die Vorrichtung zum Längsschneiden der Wellkernbahn eine Mehrzahl von rotierenden oder feststehenden Messern besitzt.
10. Vorrichtung nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß die Vorrichtung zum Verdrehen eine Längswellung aufweist und die Wellkernstreifen dadurch zeitweise aus der Bahnebene führt oder so führt daß einzelne oder mehrere Wellkernstreifen nacheinander gedreht werden.
11. Vorrichtung nach Anspruch 8, 9 oder 10, dadurch gekennzeichnet, daß sich vor oder im Bereich der Drehung der Wellkernstreifen eine Vorrichtung zum Aufbringen von Klebstoff auf die Decklagen der Wellkernstreifen befindet.
12. Vorrichtung nach Anspruch 8, 9, 10 oder 11, dadurch gekennzeichnet, daß die Vorrichtung zum Schneiden und zum Verdrehen jeweils Verstellvorrichtungen zur variablen Einstellung des Abstandes der Messer und Führungselemente in Breitenrichtung besitzen.



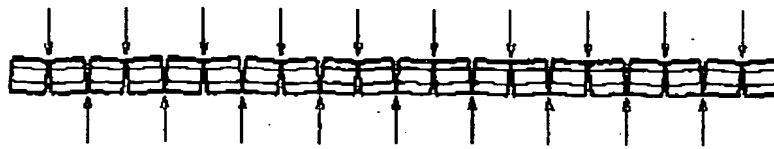


Fig. 3

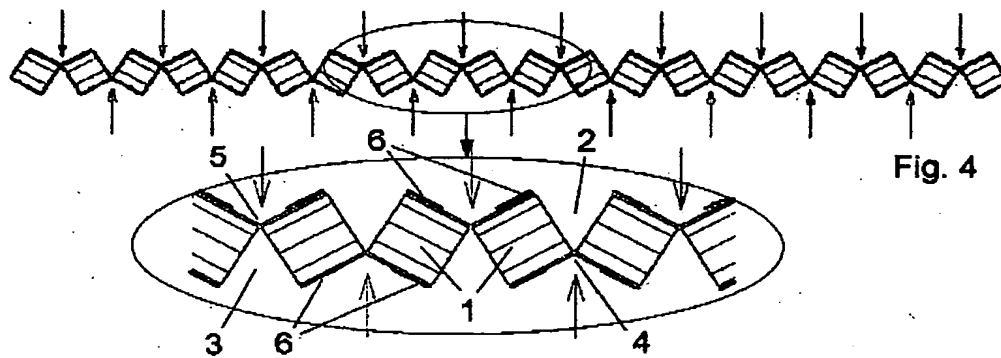


Fig. 4

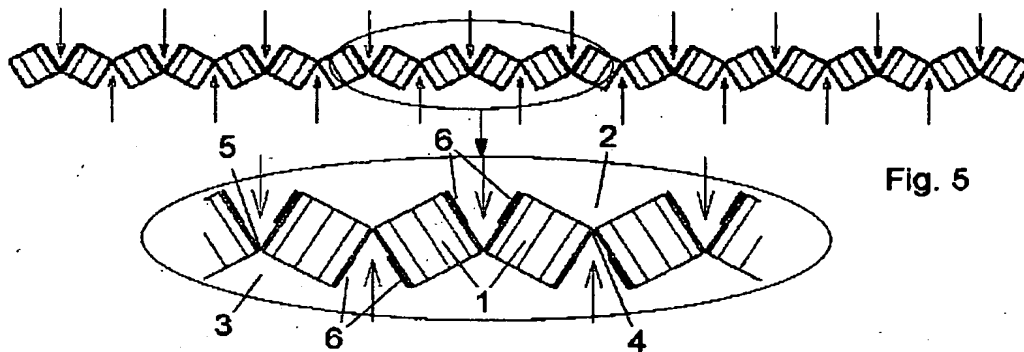


Fig. 5

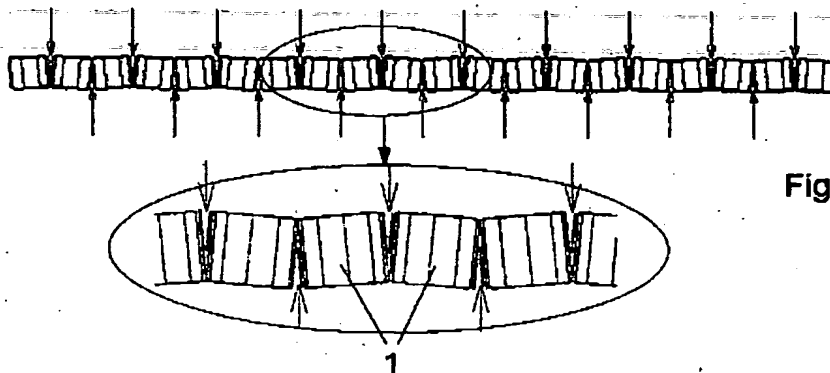


Fig. 6

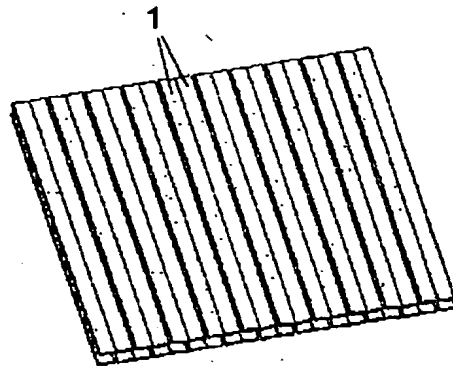


Fig. 7

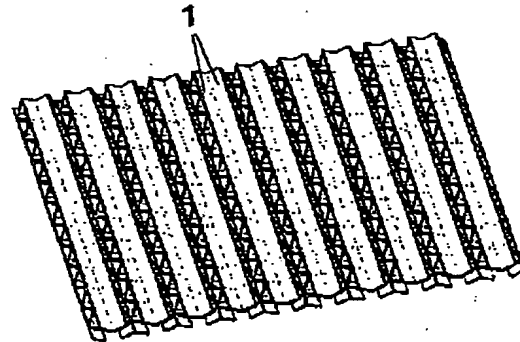


Fig. 8

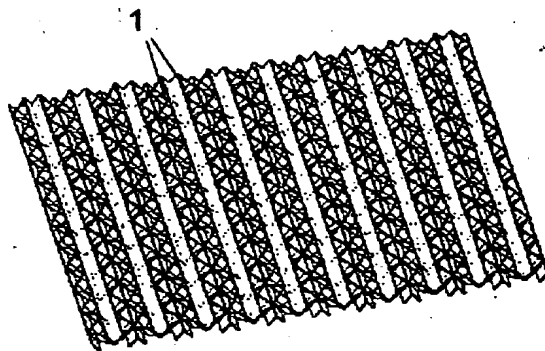


Fig. 9

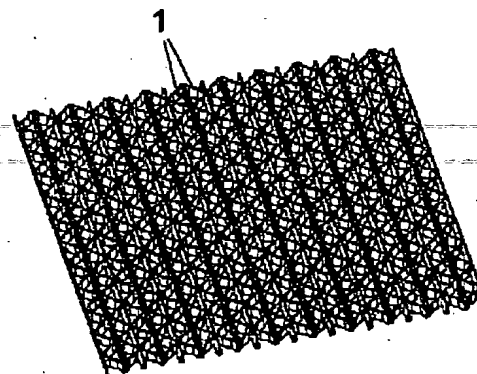


Fig. 10



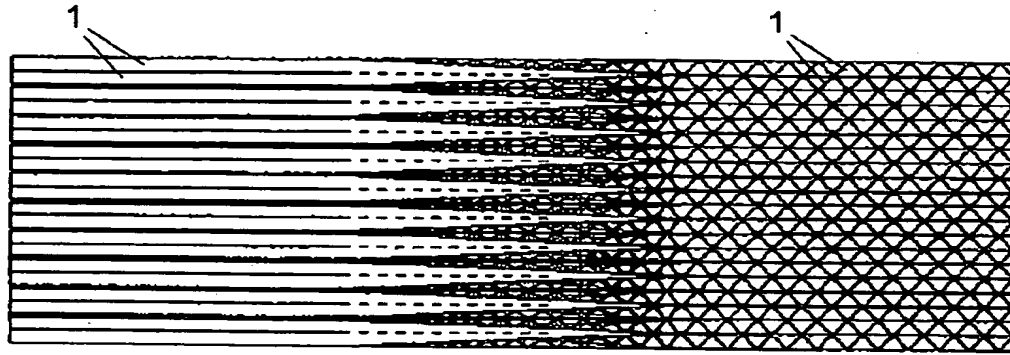


Fig. 11

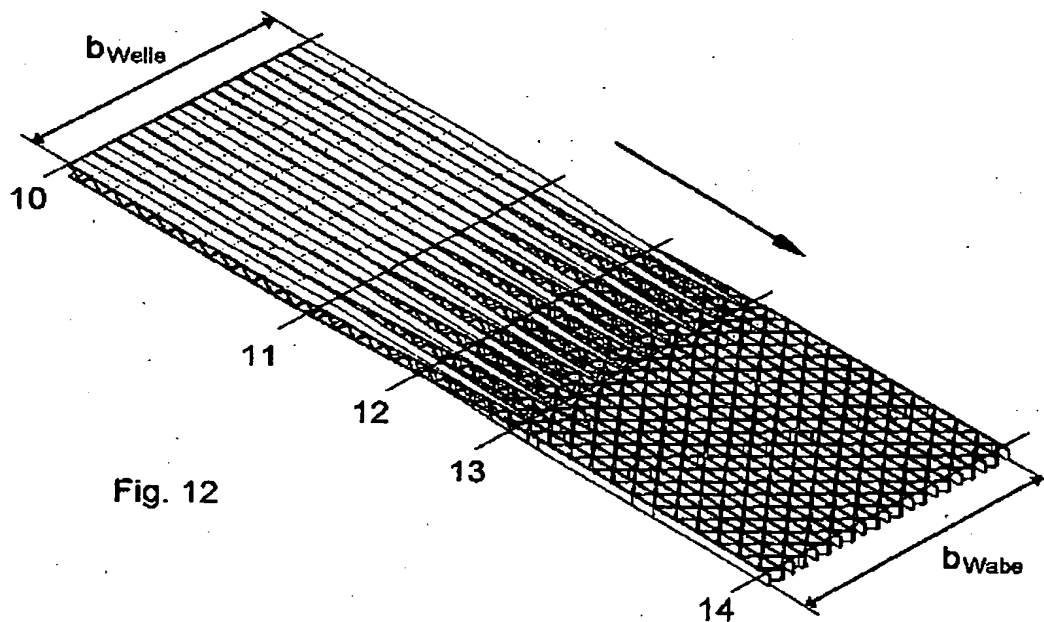


Fig. 12

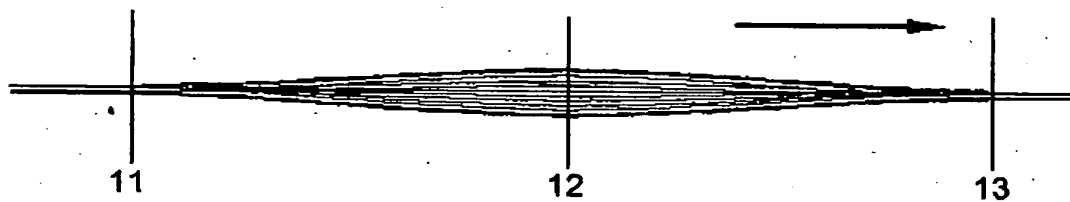


Fig. 13

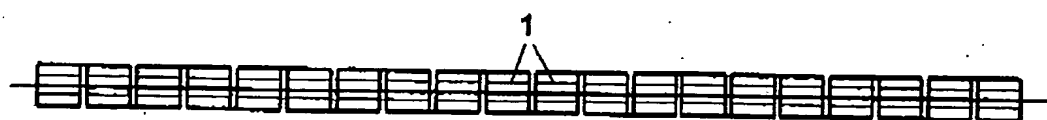


Fig. 14

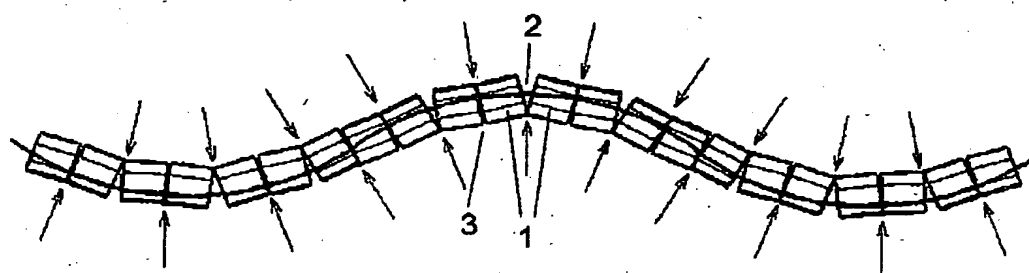


Fig. 15

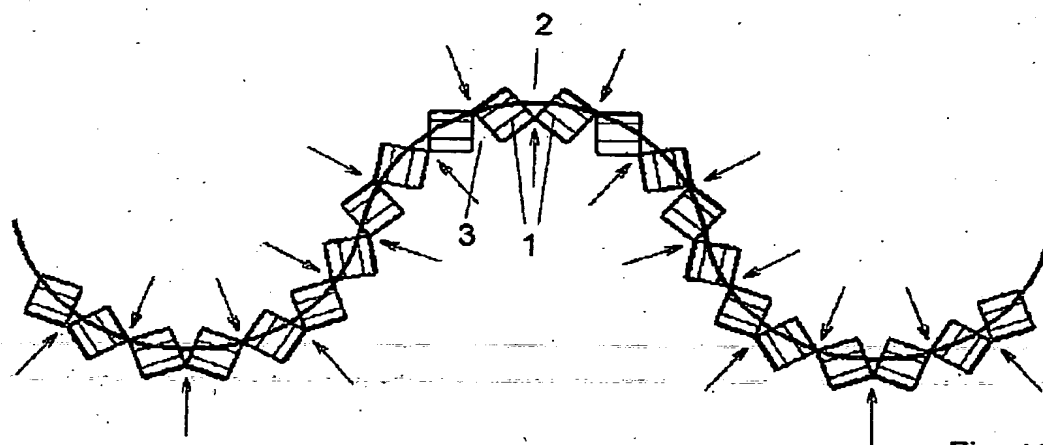


Fig. 16

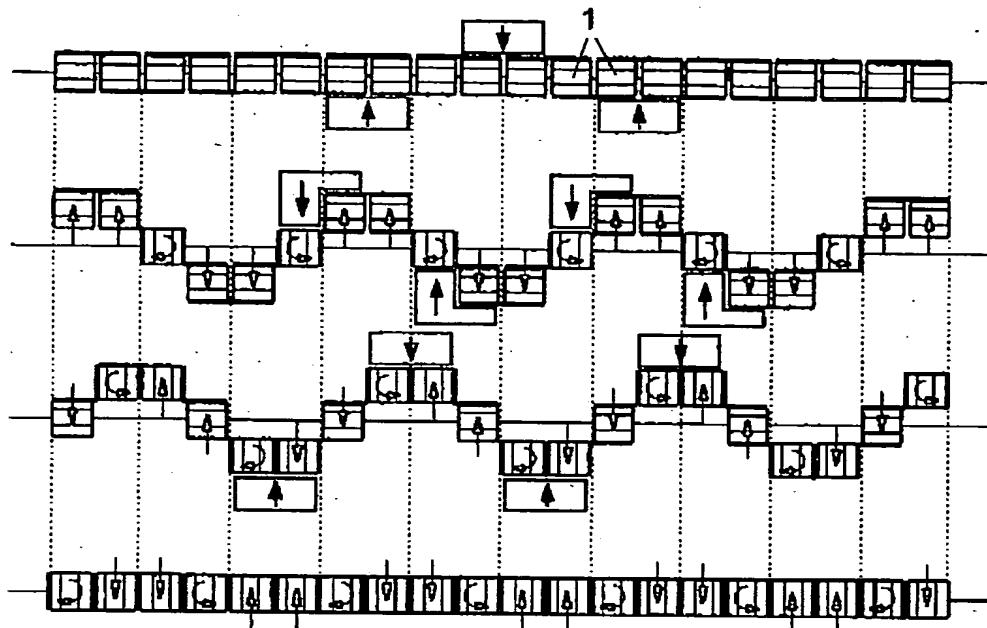


Fig. 17

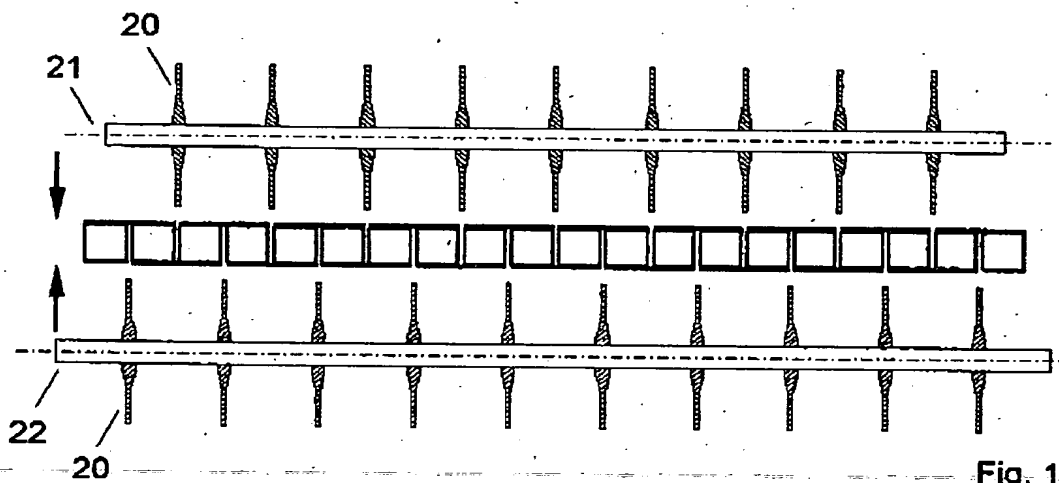


Fig. 18

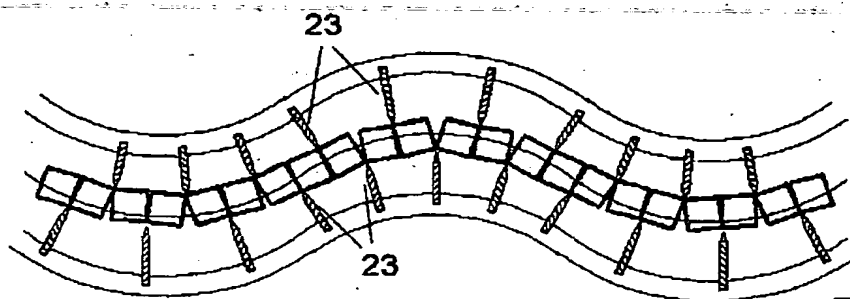


Fig. 20

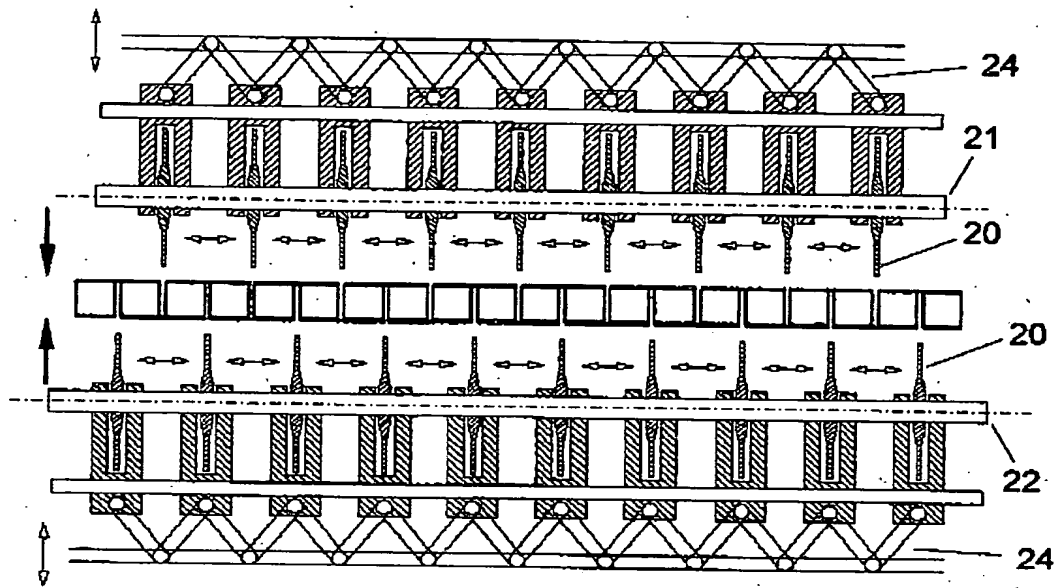


Fig. 19

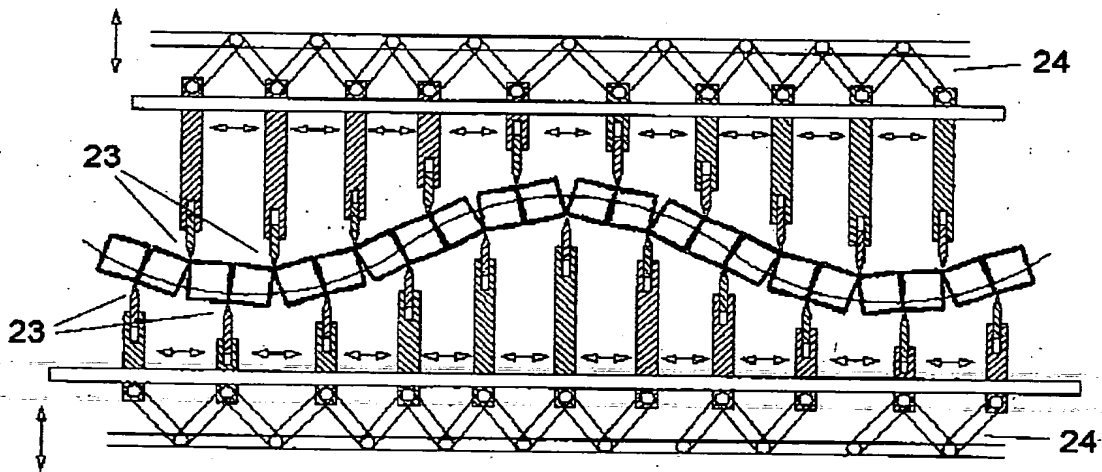


Fig. 21